

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re patent application of

Shirou NAKANO, et al.

Serial No.: 10/696,508

Group Art Unit: 3661

Filing Date: October 30, 2003

Examiner: Louis Jacques,  
Jacques H.

For: VEHICLE STEERING APPARATUS

Honorable Commissioner of Patents  
Alexandria, Virginia 22313-1450

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS**

Sir:

Submitted herewith are certified copies of Japanese Patent Application Nos. 2002-318994, filed October 31 2002; 2002-318995, filed October 31, 2002; 2002-321845, filed November 5, 2002; and 2002-321846, filed November 5, 2002, upon which applications the claim for priority is based.

Respectfully submitted,

Scott M. Tulino, Esq.  
Registration No. 48,317  
Sean M. McGinn, Esq.  
Registration No. 34,386

Date:

February 1, 2006

**MCGINN INTELLECTUAL PROPERTY**

**LAW GROUP, PLLC**

8321 Old Courthouse Road, Suite 200  
Vienna, Virginia 22182-3817  
(703) 761-4100  
Customer No. 21254

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日 2002年10月31日  
Date of Application:

出願番号 特願2002-318994  
Application Number:

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
country code and number  
of your priority application,  
as used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

JP2002-318994

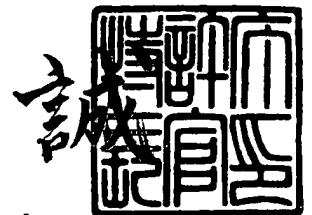
願人 光洋精工株式会社  
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2005年12月15日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中嶋



出証番号 出証特2005-3103564

【書類名】 特許願

【整理番号】 104897

【提出日】 平成14年10月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B62D 6/00

B62D 5/04

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号 光洋精工株式会社内

【氏名】 中野 史郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号 光洋精工株式会社内

【氏名】 吉田 幸夫

【特許出願人】

【識別番号】 000001247

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号

【氏名又は名称】 光洋精工株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075155

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀井 弘勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100087701

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲岡 耕作

【選任した代理人】

【識別番号】 100101328

【弁理士】

【氏名又は名称】 川崎 実夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010799

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9811014

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両用操舵装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

舵取り車輪を転舵させるための舵取り機構と、  
この舵取り機構に操舵力を与える操舵アクチュエータと、  
車両のタイヤに加わる負荷であるタイヤ負荷を検出する負荷検出手段と、  
この負荷検出手段によって検出されるタイヤ負荷に応じて上記操舵アクチュエータを制御する操舵制御手段とを含むことを特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 2】

上記負荷検出手段は、タイヤの空気圧を検出する空気圧検出手段を含むことを特徴とする請求項 1 記載の車両用操舵装置。

【請求項 3】

上記負荷検出手段は、タイヤに加わる応力を検出する応力検出手段を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の車両用操舵装置。

【請求項 4】

上記応力検出手段は、車両の進行方向に向かってタイヤの左側部および右側部に加わる応力をそれぞれ検出する左側応力検出手段および右側応力検出手段を含むことを特徴とする請求項 3 記載の車両用操舵装置。

【請求項 5】

上記車両の操舵方向を検出する操舵方向検出手段をさらに含み、  
上記操舵制御手段は、上記操舵方向検出手段によって検出される車両の操舵方向と、上記左側応力検出手段および右側応力検出手段がそれぞれ検出する応力とに基づいて、上記操舵アクチュエータを制御するものであることを特徴とする請求項 4 記載の車両用操舵装置。

【請求項 6】

上記操舵制御手段は、上記操舵方向検出手段によって検出される車両の操舵方向と、車両の操舵方向外側のタイヤについて上記左側応力検出手段および右側応力検出手段がそれぞれ検出する応力に基づいて、上記操舵アクチュエータを制御

するものであることを特徴とする請求項 5 記載の車両用操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、パワーステアリング装置やステア・バイ・ワイヤ（SBW）システムのように、舵取り機構に対して操舵アクチュエータ（電動モータや油圧シリンダなど）の駆動力を与える構成の車両用操舵装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、電動モータや油圧シリンダが発生する駆動力を舵取り機構に伝達して操舵補助する構成のパワーステアリング装置が車両に搭載されて用いられている。たとえば、電動モータの駆動力をギヤ機構を介して舵取り機構に伝達したり、ダイレクトドライブ方式で舵取り機構に伝達したりする構成の電動パワーステアリング装置では、ステアリングホイールに加わる操舵トルクに応じて電動モータの目標駆動値が設定され、この目標駆動値に基づいて電動モータが制御されるようになっている。操舵トルクは、ステアリングホイールと舵取り機構とを結合するステアリングシャフトに介装されたトーションバーのねじれによって検出されるようになっている。

【0003】

一方、新たな車両用操舵装置として、ステアリングホイールと舵取り用の車輪を転舵するための舵取り機構との間の機械的な結合をなくし、ステアリングホイールの操作角を検出するとともに、その検出結果に基づいて、操舵アクチュエータからのトルクを舵取り機構に与えることによって、舵取り用の車輪の転舵を達成するようにしたシステム（いわゆるステア・バイ・ワイヤ（SBW）システム）が提案されている（たとえば、下記特許文献 1）。

【0004】

操舵アクチュエータは、マイクロコンピュータを含む構成の制御装置によって制御されるようになっている。すなわち、車両のイグニッションキースイッチがオン状態の間、ステアリングホイールの操作角を検出する操作角センサおよび舵

取り用の車輪の転舵角を検出する転舵角センサの各検出信号が制御装置に入力されている。制御装置は、それらの入力信号に基づいて、舵取り用の車輪の転舵角がステアリングホイールの操作角に対応するように、操舵アクチュエータを制御する。

#### 【0 0 0 5】

一方、ステアリングホイールに操作反力を与えるために、ステアリングシャフトには、反力アクチュエータが付設されている。制御装置は、操作角等に応じて反力アクチュエータを駆動制御することにより、ステアリングホイールに操作反力を与える。

#### 【0 0 0 6】

##### 【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 1 9 8 4 5 3 号公報

##### 【特許文献 2】

特開平 1 0 - 3 2 4 1 2 0 号公報

##### 【特許文献 3】

特開平 1 1 - 2 0 4 2 7 号公報

#### 【0 0 0 7】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上述の従来の電動パワーステアリング装置では、操舵トルクに応じて操舵アクチュエータとしての電動モータを制御する構成となっていて、操舵トルクに反映される限りにおいて、路面状況を反映した操舵補助が行われるようになっているといえる。しかし、路面状況は、車輪からメカ的なリンクを介して伝達され、操舵トルクに反映されるから、舵取り機構のガタやバックラッシュおよびトーションバーのねじれなどの影響により、検出に遅れが生じ、制御の応答遅れを避けることができない。すなわち、必ずしも路面状況に対して、良好な応答性で操舵アクチュエータの制御ができているとはいえない。

#### 【0 0 0 8】

同様に、ステア・バイ・ワイヤシステムにおいても、路面状況等を正確に反映した操舵アクチュエータの制御が困難である。

そこで、この発明の目的は、タイヤの負荷を検出し、これに基づいて、路面状況を正確に反映した操舵制御を行うことができる車両用操舵装置を提供することである。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段および発明の効果】

上記の目的を達成するための請求項1記載の発明は、舵取り車輪（5，29）を転舵させるための舵取り機構（4，6，7，24）と、この舵取り機構に操舵力を与える操舵アクチュエータ（2，32）と、車両のタイヤに加わる負荷であるタイヤ負荷を検出する負荷検出手段（SL，SR，SP，SA）と、この負荷検出手段によって検出されるタイヤ負荷に応じて上記操舵アクチュエータを制御する操舵制御手段（14，C）とを含むことを特徴とする車両用操舵装置である。なお、括弧内の英数字は後述の実施形態における対応構成要素等を表す。以下、この項において同じ。

#### 【0010】

この構成によれば、舵取り機構に操舵力を与える操舵アクチュエータが、車両のタイヤ（舵取り車輪のタイヤであってもよいし、舵取り車輪以外の車輪であってもよい。）に加わる負荷に応じて制御されるようになっているから、路面状況およびタイヤの状況をダイレクトに反映した操舵制御を行うことができる。これにより、路面状況を正確に反映した操舵制御を実現できる。

なお、上記負荷検出手段は、タイヤの内部において、タイヤに加わる負荷を検出するものであることが好ましい。これにより、路面に最も近い位置で路面状況を検出でき、その検出結果を操舵制御に用いることができるので、路面状況の変化に対して良好に追従した操舵制御を実現できる。

#### 【0011】

また、上記負荷検出手段は、請求項2に記載のように、タイヤの空気圧を検出する空気圧検出手段（SP）を含むものであってもよい。

また、上記負荷検出手段は、請求項3に記載のように、タイヤに加わる応力を検出する応力検出手段（SL，SR）を含んでいてもよい。

この場合、請求項4に記載のように、上記応力検出手段は、車両の進行方向に



向かってタイヤの左側部および右側部に加わる応力をそれぞれ検出する左側応力検出手段（S L）および右側応力検出手段（S R）を含むことが好ましい。たとえば、左側応力検出手段および右側応力検出手段は、タイヤの左側サイドウォール部（5 2 L）および右側サイドウォール部（5 2 R）に設置されていてもよい。

#### 【0 0 1 2】

この構成により、車両が曲線軌跡を描いて進行する場合（カーブを通行する場合）におけるタイヤの変形量を検出することができるので、タイヤの負荷状況に応じた適切な操舵制御が可能になる。

請求項 5 記載の発明は、上記車両の操舵方向を検出する操舵方向検出手段（1 3, 4 6）をさらに含み、上記操舵制御手段は、上記操舵方向検出手段によって検出される車両の操舵方向と、上記左側応力検出手段および右側応力検出手段がそれぞれ検出する応力とに基づいて、上記操舵アクチュエータを制御するものであることを特徴とする請求項 4 記載の車両用操舵装置である。

#### 【0 0 1 3】

より具体的には、請求項 6 に記載のように、上記操舵制御手段は、上記操舵方向検出手段によって検出される車両の操舵方向と、車両の操舵方向外側のタイヤについて上記左側応力検出手段および右側応力検出手段がそれぞれ検出する応力に基づいて、上記操舵アクチュエータを制御するものであることが好ましい。

この構成によれば、車両の操舵方向外側のタイヤにおいてより大きな変形が生じることを利用して、タイヤに加わる負荷を効果的に検出することができ、これを操舵制御に反映できる。

#### 【0 0 1 4】

##### 【発明の実施の形態】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、この発明の第 1 の実施形態に係る車両用操舵装置の構成を説明するための概念図である。この車両用操舵装置は、ステアリングホイール 1 と舵取り機構との機械的な結合をなくし、ステアリングホイール 1 の回転操作に応じて駆動される操舵アクチュエータ 2 の動作を、ハウジング 3 に支持された転舵軸 4 の車

幅方向の直線運動に変換し、この転舵軸 4 の直線運動を舵取り用の前部左右車輪 5 の転舵運動に変換することにより操舵を達成するようにした、いわゆるステア・バイ・ワイヤ (SBW) システムである。

#### 【0015】

操舵アクチュエータ 2 は、たとえば、ブラシレスモータ等の電動モータを含む構成である。この操舵アクチュエータ 2 の駆動力 (出力軸の回転力) は、転舵軸 4 に関連して設けられた運動変換機構 (たとえば、ボールねじ機構) により、転舵軸 4 の軸方向 (車幅方向) の直線運動に変換される。この転舵軸 4 の直線運動は、転舵軸 4 の両端から突出して設けられたタイロッド 6 に伝達され、さらにタイロッド 6 を介してキングピン P に連結されたナックルアーム 7 の回転を引き起こす。これにより、ナックルアーム 7 に支持された車輪 5 の転舵が達成される。転舵軸 4、タイロッド 6 およびナックルアーム 7 などにより、舵取り用の車輪 5 を転舵するための舵取り機構が構成されている。

#### 【0016】

ステアリングホイール 1 は、車体に対して回転可能に支持された回転シャフト 8 に連結されている。この回転シャフト 8 には、ステアリングホイール 1 に操作反力を与えるための反力アクチュエータ 9 が付設されている。反力アクチュエータ 9 は、回転シャフト 8 と一体の出力シャフトを有するブラシレスモータ等の電動モータを含む。

回転シャフト 8 のステアリングホイール 1 とは反対側の端部には、渦巻きばね等からなる弾性部材 10 が車体との間に結合されている。この弾性部材 10 は、反力アクチュエータ 9 がステアリングホイール 1 にトルクを付加していないときに、その弾性力によって、ステアリングホイール 1 を直進操舵位置に復帰させる。

#### 【0017】

ステアリングホイール 1 の操作入力値を検出するために、回転シャフト 8 に関連して、ステアリングホイール 1 の操作角を検出するための操作角センサ 11 が設けられている。また、回転シャフト 8 には、ステアリングホイール 1 に加えられた操作トルクを検出するためのトルクセンサ 12 が設けられている。一方、転

舵軸 4 に関連して、舵取り用の車輪 5 の転舵角（タイヤ角）を検出するための転舵角センサ 1 3 が設けられている。

#### 【0 0 1 8】

さらに、後述するように、車輪 5 に装着されたタイヤ W の内部には、このタイヤ W の左右のサイドウォール部に作用する応力を検出する左側応力センサ S L および右側応力センサ S R、ならびにタイヤ W の空気圧を検出する空気圧センサ S P が設けられている。

操作角センサ 1 1、トルクセンサ 1 2、転舵角センサ 1 3、応力センサ S L、S R および空気圧センサ S P の各検出信号は、マイクロコンピュータを含む構成の電子制御ユニット（E C U）からなる制御装置 1 4 に入力されるようになっている。ただし、応力センサ S L、S R および空気圧センサ S P の検出信号については、アンテナ 1 4 a を介する無線通信によって、制御装置 1 4 に受信されるようになっている。

#### 【0 0 1 9】

制御装置 1 4 は、操作角センサ 1 1 によって検出される操作角、転舵角センサ 1 3 によって検出される転舵角、車速センサ 1 5 によって検出される車速、応力センサ S L、S R によって検出されるタイヤの応力、および空気圧センサ S P によって検出されるタイヤの空気圧に基づいて、操舵指令値を設定し、この操舵指令値に基づいて、駆動回路 1 7 を介し、操舵アクチュエータ 2 を制御する。

ステアリングホイール 1 と舵取り機構との間には機械的な結合がないので、ステアリングホイール 1 の回転量と車輪 5 の転舵量との比（伝達比、ギヤ比）を可変設定する V G R（Variable Gear Ratio）機能を実現できる。すなわち、たとえば、制御装置 1 4 は、車速センサ 1 5 によって検出される車速と、応力センサ S L、S R および／または空気圧センサ S P によって検出されるタイヤ負荷とに基づいて上記ギヤ比を設定し、このギヤ比とステアリングホイール 1 の操作角とに基づいて、操舵アクチュエータ 2 に与えるべき電圧に対応した操舵指令値を設定する。

#### 【0 0 2 0】

一方、制御装置 1 4 は、操作角センサ 1 1 による検出操作角、トルクセンサ 1

2によって検出される操作トルク、車速センサ15によって検出される車速、ならびに応力センサSL, SRおよび/または空気圧センサSPによって検出されるタイヤ負荷に基づいて、ステアリングホイール1の操作方向と逆方向の適当な反力が発生されるように、駆動回路18を介して、反力アクチュエータ9を制御する。

#### 【0021】

また、制御装置14には、たとえば、車両のインスツルメントパネルに設けられた警報器19が接続されている。警報器19は、警報音発生装置からなっているてもよいし、警報表示（ランプ表示やメッセージ表示）を行う警報表示装置からなっているてもよい。制御装置14は、メンテナンスを要するような所定の異常を検出したときに、警報器19から警報を発生させる。

図2は、舵取り用の車輪5のタイヤWの構成を説明するための図解的な断面図である。タイヤWは、路面に接触するトレッド部51と、このトレッド部51の両側部に結合された一对のサイドウォール部52L, 52Rとを備えている。車両の進行方向に向かって右側のサイドウォール部52Rの内壁面には、右側応力センサSRが配置されており、車両の進行方向に向かって左側のサイドウォール部52Lの内壁面には左側応力センサSLが配置されている。また、トレッド部51の内壁面には、空気圧センサSPが配置されている。その他、必要に応じて、たとえば、トレッド部51の内部に応力センサSAを埋設してもよい。

#### 【0022】

右側応力センサSRおよび左側応力センサSLは、右側サイドウォール部52Rおよび左側サイドウォール部52Lに加わる応力をそれぞれ検出するものであって、歪みゲージ等のセンサ部と、このセンサ部の検出信号を無線伝送するためのトランスポンダ部と、タイヤWの回転運動を電気エネルギーに変換して蓄電する蓄電部とを備えており、この蓄電部に蓄積された電気エネルギーによって動作するようになっている。同様に、空気圧センサSPは、タイヤWの内部に配置されていて、タイヤWの内部空気圧を検出するセンサ部と、このセンサ部の検出信号を無線伝送するためのトランスポンダ部と、タイヤWの回転運動を電気エネルギーに変換して蓄電する蓄電部とを備えており、この蓄電部に蓄積された電気エ

エネルギーによって動作するようになっている。上記トランスポンダ部が発信する信号が、アンテナ 14a から、制御装置 14 に取り込まれるようになっている。

### 【0023】

上記のような応力センサや空気圧センサとしては、たとえば、特許文献 2 および特許文献 3 に開示されているような公知のものを採用することができる。

図 3 は、コーナリング時におけるタイヤ W の変形を説明するための図解図である。図 3 (A) には、摩擦係数が比較的小さな路面上において左方向操舵を行った場合における左右のタイヤ WL, WR の断面形状が示されており、図 3 (B) には、路面摩擦係数が比較的大きな路面上において左方向操舵を行った場合における左右のタイヤ WL, WR の断面形状が示されている。図 3 (A) (B) のいずれにおいても、タイヤ WL, WR の断面形状は、車両の進行方向後方から見た形状である。

### 【0024】

左右のタイヤ WL, WR のうち、操舵方向内側となる左側タイヤ WL の変形は比較的小さく、操舵方向外側となる右側タイヤ WR の変形が大きくなる。そして、左右のタイヤ WL, WR のいずれにおいても、操舵方向内側となる左側サイドウォール部における変形は小さく、操舵方向外側となる右側サイドウォール部における変形が大きくなる。この変形は、路面摩擦係数が高いほど大きくなる。

そこで、この実施形態では、制御装置 14 は、転舵角センサ 13 の出力信号に基づき、操舵方向外側に位置するタイヤを特定し、そのタイヤ（図 3 の例では右側タイヤ WR）に装着された左右の応力センサ SL, SR の出力を参照する。より具体的には、操舵方向外側となる右側サイドウォール部 52R の応力を検出する右側応力センサ SR が検出する外側サイドウォール部の応力  $T_o$  と、操舵方向内側となる左側サイドウォール部 52L の応力を検出する左側応力センサ SL によって検出される内側サイドウォール部の応力  $T_i$  との差  $\Delta T (=T_o - T_i)$  が求められる。さらに、制御装置 14 は、左右のサイドウォール部の応力差  $\Delta T$  の一階時間微分値（応力変化速度、タイヤ負荷変化速度）または二階時間微分値（応力変化加速度、タイヤ負荷変化加速度）を求め、こうして求められたタイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に基づき、操舵アクチュエータ 2 およ

び反力アクチュエータ 9 を駆動制御する。

#### 【0 0 2 5】

図 4 は、制御装置 1 4 による反力アクチュエータ 9 の制御態様の一例を示す制御特性図である。制御装置 1 4 は、たとえば、操舵方向外側のタイヤにおけるタイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に応じて、一定範囲内で、たとえばリニアに変化する反力アクチュエータ駆動目標値を設定し、この反力アクチュエータ駆動目標値が達成されるように、駆動回路 1 8 に制御信号を与える。図 4 の特性図では、一定値以上のタイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に対して、タイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度の増加に応じてリニアに増加する反力アクチュエータ駆動目標値が設定されるようになっており、かつ、車速センサ 1 5 が検出する車速が大きいほど大きな反力アクチュエータ駆動目標値が設定されるようになっている。

#### 【0 0 2 6】

これにより、タイヤに加わる負荷の変化速度または変化加速度が大きいほど大きな反力がステアリングホイール 1 を介して運転者に伝えられ、また、車速が大きいほど大きな反力がステアリングホイール 1 を介して運転者に伝達されることになる。

図 5 は、運転者、車両および路面の間における情報の授受の様子を示す概念図である。たとえば路面からは、横風等の外乱が車両に加わり、また道路交通網に配置されたインフラから交通状況等の情報がたとえば I T S (Intelligent Transport Systems) 電子情報などとして車両に提供される。さらに、轍路、カント路、波状路および雪道などの路面状況がタイヤを通じて車両に伝達される。

#### 【0 0 2 7】

一方、車両から運転者には、制御装置 1 4 (E C U : 電子制御ユニット) による反力アクチュエータ 9 の制御 (反力制御) により、ステアリングホイール 1 を介して、路面情報 (低周波情報) とともに、上述のタイヤ接地面過渡情報が伝達される。さらに、上述の警報器 1 9 を通じて、操舵系の不安定情報や警告が、表示または音声によって運転者に伝達される。

反力アクチュエータ 9 は、操舵アクチュエータ 2 の発生トルクや、転舵角セン

サ 13 の出力に基づいて制御されることにより、低周波情報である路面情報をステアリングホイールを介して運転者に伝達することができる。この制御と併せて、上述のように、タイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に応じて反力アクチュエータ 9 が制御されることにより、ステアリングホイール 1 を介してタイヤ接地面過渡情報が運転者に伝達される。

#### 【0028】

警報器 19 によって伝達される操舵系の不安定情報とは、タイヤバランスやシミの発生などである。これらの情報は、反力アクチュエータ 9 の制御を介して運転者に伝達されてもよいが、警報器 19 を用いて視覚的または聴覚的に運転者に伝達し、メンテナンスを促す方が効果的である。

制御装置 14 は、さらに、操作角センサ 11 などの出力や応力センサ S L, S R および空気圧センサ S P によって検出されるタイヤ負荷に応じて、操舵アクチュエータ 2 を制御する（操舵制御）。

#### 【0029】

一方、運転者は、警報器 19 またはステアリングホイール 1 から伝達される上記の情報の他に、車両上において加速度 G を体感し、また、車速 V、ヨーレート  $\gamma$ 、ロール  $\phi$  およびピッチ  $\alpha$  を体感する。これらの情報に基づき、運転者は、予覚制御、追跡制御および補償制御を行うべく、ステアリングホイール 1 を操作する。

予覚制御とは、運転者が次の状況を予知して行う制御であり、追跡制御とは、運転者が意図する車両挙動を目標としてこの目標を追跡しようとする制御であり、補償制御とは、横風などの外乱を補償するための制御である。これらの制御は、車両の運転に関する運転者の知識に基づいて行われるが、この知識は、スキルベース、ルールベースおよびインテリジェントベースに層別することができる。

#### 【0030】

スキルベースの運転知識とは、体で会得した知識であり、五感により知覚した情報に基づいて無意識に行動に移されるような知識である。ルールベースの運転知識とは、運転者の記憶に基づく判断結果（たとえば一定の条件に当てはまるかどうか）に応じて行動に移されるような知識、すなわち、パターン化された行動

に関する知識である。インテリジェントベースの運転知識とは、パターン化された行動に関する知識ではなく、意識的で抽象的かつ論理的な思考を経て行動に移されるような高度な知識である。

#### 【0031】

たとえば、低周波情報としてステアリングホイール1から運転者に伝達される路面情報は、ルールベースの知識に働きかけて、運転者にパターン化された運転行動を促す。これに対して、同じくステアリングホイール1から運転者に伝達されるタイヤ接地面過渡情報は、インテリジェントベースの知識に働きかけて、より高度な判断（ステアリングトルクが抜ける限界点かどうかなど）のために用いられる。

#### 【0032】

このように、この実施形態によれば、タイヤに取り付けられた左右の応力センサSL、SRや空気圧センサSPによって直接的に検出されるタイヤの負荷に応じて、反力アクチュエータ9が制御されるようになっている。そのため、舵取り機構の機械的な構成によらずに、適切な反力制御を行うことができるから、車種毎または車両毎に反力制御を異ならせるような車両適合技術を減少または排除することができる。これにより、車両用操舵装置の開発期間を大幅に短縮することができる。

#### 【0033】

また、左右の応力センサSL、SRや空気圧センサSPによってタイヤWの負荷状況を直接的に検出し、これを用いて反力制御を行う構成であるから、複雑な演算処理が不要であり、数十ミリ秒オーダーの高速な応答性で反力アクチュエータ9を制御できる。そのため、タイヤWがグリップ力を失うグリップ限界状況のようなタイヤ接地面過渡情報をステアリングホイール1を介して運転者に伝達することができる。

#### 【0034】

図6は、操舵アクチュエータ2の制御について説明するための特性図であり、車速に応じた基本ギヤ比の設定例が示されている。上述のとおり、ステア・バイ・ワイヤシステムでは、ステアリングホイール1の操作量に対する車輪5の転舵



量の比であるギヤ比（転舵量／操作量）が任意に設定可能であるから、これを利用して、車速感应型の可変ギヤ比制御が行われる。より具体的には、低速域においては、基本ギヤ比は比較的高い一定値に保持され、中高速域においては、車速の増加に対してリニアに減少するように基本ギヤ比が設定される。これにより、大舵角の操舵が行われる低速域における運転者の操舵負担を軽減できるとともに、大舵角の操舵が行われることの少ない中高速域では、転舵量を少なくして車両のふらつき等を防止することができる。

### 【0 0 3 5】

図 7 は、タイヤ負荷に応じてギヤ比を補正する制御のための特性図であり、基本ギヤ比に対してタイヤ負荷を加味した補正を施すためのギヤ比補正量と、タイヤ負荷変化量（たとえば、操舵方向外側のタイヤの負荷変化量）との関係が表されている。

タイヤ負荷変化量とは、たとえば、車両のイグニッションキースイッチがオンされて制御装置 1 4 が動作を開始した時点におけるタイヤ負荷量（タイヤ空気圧、応力、左右のサイドウォールの応力差など）を基準値として、この基準値に対する偏差である。この基準値は、タイヤの空気圧の変化や、タイヤの摩耗状態によって変動する値である。そして、タイヤ負荷変化量は、車両が走行中の路面状態や走行状態（直進中、カーブ通行中など）に応じて、動的に変化する量である。ただし、このタイヤ負荷変化量としては、所定時間のサンプリング平均値、移動平均値またはローパスフィルタ処理値などのように、比較的長い時間に渡るタイヤ負荷の変化量を表す値を用いることが好ましい。これにより、タイヤ負荷変化量に基づく過敏な制御を抑制している。

### 【0 0 3 6】

図 7 の例では、ギヤ比補正量は、タイヤ負荷変化量が増加するほど大きくなるように設定されている。したがって、基本ギヤ比をギヤ比補正量で補正したギヤ比（基本ギヤ比＋ギヤ比補正量）を設定すれば、タイヤ負荷に応じた適切なギヤ比が設定されるから、車両の操舵性を向上できる。すなわち、タイヤ負荷変化量が多い状況（山岳路走行時など）におけるステアリングホイール 1 の取り回しが良くなる。

**【0037】**

また、図7の例では、車速が大きいほど小さくなるようにギヤ比補正量が設定されるようになっている。したがって、車速が大きいほど、タイヤ負荷に応じたギヤ比の変動が少なくなるので、低速域においては、タイヤ負荷の状態を敏感に反映した操舵制御を行うことができるとともに、中高速域においてはギヤ比の変動を少なくして操舵安定性を図ることができる。

図8は、本発明の第2の実施形態に係る車両用操舵装置の概略構成を示す模式図である。この車両用操舵装置21は、操作部材としてのステアリングホイール22に一体回転可能に連結される第1操舵軸23と、この第1操舵軸23と同軸上に設けられラックアンドピニオン機構等の舵取り機構24に連結される第2操舵軸25と、第1および第2操舵軸23、25間の差動回転を許容するための差動伝達機構を構成する遊星伝達機構としての遊星ギヤ機構26とを備える。

**【0038】**

舵取り機構24は、車両の左右方向に延びて配置された転舵軸27と、この転舵軸27の両端にタイロッド28を介して結合され、舵取り用の車輪29を支持するナックルアーム30とを備える。転舵軸27はハウジング31により支承されて軸方向に摺動可能とされており、その途中部に、電動モータからなる操舵アクチュエータ32が同軸的に組み込まれている。操舵アクチュエータ32の駆動回転は、ボールねじ機構等の運動変換機構等によって転舵軸27の摺動に変換され、この転舵軸27の摺動により車輪29の転舵が達成される。

**【0039】**

転舵軸27の一部には、ラック27aが形成されており、このラック27aには、第2操舵軸25の端部に設けられて第2操舵軸25と一体回転するピニオン34が噛み合わされている。操舵アクチュエータ32の故障時には、ステアリングホイール22の操作に応じて第2操舵軸25が回転駆動されると、この第2操舵軸25の回転がピニオン34およびラック27aにより、転舵軸27の摺動に変換され、車輪29の転舵が達成される。

**【0040】**

遊星ギヤ機構26は、第1操舵軸23の端部に一体回転可能に連結された入力

側となる太陽ギヤ 35 と、出力側となるキャリア 36 により回転自在に保持されて太陽ギヤ 35 と噛み合う複数の遊星ギヤ 37 と、各遊星ギヤ 37 に噛み合う内歯 38a を内周に持つリング部材としてのリングギヤ 38 とを含む。

リングギヤ 38 は外歯 38b を形成することで例えばウォームホイールを構成している。この外歯 38b は例えばウォームからなる駆動伝達ギヤ 39 を介して、ステアリングホイール 22 に操作反力を与えるための反力アクチュエータ 40 に駆動連結されている。この反力アクチュエータ 40 は例えば電動モータからなり、そのケーシングは車体の適所に固定されている。

#### 【0041】

操舵アクチュエータ 32 および反力アクチュエータ 40 は、CPU 61、制御プログラム等を記憶した ROM 62、演算処理等のワークエリアとして用いられる RAM 63 等を含む制御装置 C（ECU：電子制御ユニット）により制御されるようになっている。

第 1 操舵軸 23 にはステアリングホイール 22 による操舵角を検出するための操舵角検出手段としての操舵角センサ 44、およびステアリングホイール 22 から入力される操舵トルクを検出するための操舵トルク検出手段としてのトルクセンサ 45 が設けられている。これら操舵角センサ 44 およびトルクセンサ 45 からの検出信号が制御装置 C に入力される。

#### 【0042】

また、転舵軸 27 には、転舵軸 27 の軸方向位置を検出することで、車輪 29 の転舵角を検出するための転舵角センサ 46 が設けられており、この転舵角センサ 46 による検出信号も制御装置 C に入力される。また、制御装置 C には、車速を検出するための車速センサ 47 からの検出信号が入力されるようになっている。

車輪 29 のタイヤの内部には、上述の第 1 の実施形態の場合と同様にして、タイヤ負荷検出手段として、タイヤ空気圧センサ SP、左側応力センサ SL および右側応力センサ SR が設けられている。これらのセンサの出力信号は、無線通信によって、アンテナ Ca から、制御装置 C に取り込まれるようになっている。

#### 【0043】

制御装置 C は、上記各センサ類からの入力信号に基づいて、操舵アクチュエータ 32 および反力アクチュエータ 40 をそれぞれ駆動するための駆動部としての駆動回路 48, 49 に制御信号を出力する。

制御装置 C は、転舵系が正常に動作しているかどうかを常時監視している。より具体的には、転舵角センサ 46 および操舵アクチュエータ 32 の少なくとも一方における異常発生を監視している。

#### 【0044】

転舵系に異常がなければ、制御装置 C は、反力アクチュエータ 40 によって、路面反力に対応した操舵反力をステアリングホイール 22 に与えるためのトルクを発生させる。

また、制御装置 C は、ステアリングホイール 22 の操作量に応じて、操舵アクチュエータ 32 の電圧指令値を設定し、その電圧指令値に応じた制御信号を駆動回路 48 に与えることによって、操舵アクチュエータ 32 を駆動制御する。ステアリングホイール 22 と舵取り機構 24 との間は、遊星ギヤ機構 26 を介して結合されているものの、反力アクチュエータ 40 がリングギヤ 38 の回転を実質的に拘束せず、ステアリングホイール 22 に操舵反力を与えるためにのみ動作している状態では、ステアリングホイール 22 に加えられた操舵トルクは舵取り機構 24 に実質的に伝達されることがない。その意味で、この図 8 に示された構成もまた、ステア・バイ・ワイヤ (SBW) 型の車両用操舵装置であるということができ、上述の第 1 の実施形態の場合と同様な可変ギヤ比制御が可能である。

#### 【0045】

この実施形態において、制御装置 C は、上述の第 1 の実施形態の制御装置 14 と同様に、図 4 に示されているような特性に従って、応力センサ SL, SR および／または空気圧センサ SP によって検出されるタイヤ負荷に基づいて、反力アクチュエータ 40 を制御する。これによって、運転者に対して、路面状況を表す低周波域の情報のみならず、タイヤ接地面過渡情報のような高周波域の情報をも、ステアリングホイール 22 を介して伝達することができる。

#### 【0046】

さらに、制御装置 C は、上述の第 1 の実施形態における制御装置 14 と同じく

、車速に応じて基本ギヤ比（図 6 参照）を可変設定するとともに、タイヤ負荷変化量および車速に応じて、ギヤ比補正量（図 7 参照）を可変設定し、基本ギヤ比をギヤ比補正量で補正して得られるギヤ比（＝基本ギヤ比＋ギヤ比補正量）に基づいて、操舵アクチュエータ 32 を制御する。これにより、路面状況およびタイヤ負荷の状況を的確に反映した操舵制御を行うことができる。

#### 【0047】

転舵系に異常が生じると、制御装置 C は、操舵アクチュエータ 32 の制御を中止して操舵アクチュエータ 32 をフリー回転状態とするとともに、反力アクチュエータ 40 によってリングギヤ 38 の回転に制限を加え、ステアリングホイール 22 に加えられた操舵トルクが舵取り機構 24 に伝達される状態とする。このとき、反力アクチュエータ 40 の制御によって、操舵補助を行うことができるとともに、ギヤ比の可変制御を行うことができる。

#### 【0048】

次に、図 8 を再び参照して、本発明の第 3 の実施形態について説明する。この第 3 の実施形態においては、アクチュエータ 40 を可変ギヤ比制御のためのギヤ比変更アクチュエータとして用いるとともに、操舵アクチュエータ 32 は、舵取り機構 24 に与えるべき操舵補助力を発生するための操舵補助アクチュエータとして用いられる。

すなわち、制御装置 C は、上述の図 6 の特性に従って基本ギヤ比を設定し、図 7 の特性のギヤ比補正量によって基本ギヤ比を補正することによってギヤ比を求める。この求められたギヤ比（＝基本ギヤ比＋ギヤ比補正量）に基づいて、制御装置 C は、ステアリングホイール 22 の回転を当該ギヤ比で舵取り機構 24 に機械的に伝達すべく、反力アクチュエータ 40 を制御して、リングギヤ 38 を回転させる。それとともに、制御装置 C は、トルクセンサ 45 によって検出される操舵トルクおよび車速センサ 47 によって検出される車速に応じて設定される目標駆動値（目標電流値または目標電圧値）に基づき、操舵アクチュエータ 32 を駆動制御する。これによって、操舵補助が達成される。

#### 【0049】

このような構成により、タイヤの負荷に応じた可変ギヤ比制御を伴うパワース

テアリング装置が実現され、良好な操舵特性を実現できる。

さらに、たとえば、操舵アクチュエータ 32 の基本目標駆動値を、図 9 に示すように、操舵トルク  $T$  の絶対値が大きいほど大きく、車速が大きいほど小さくなるようなアシスト特性（ $-T_1 \sim T_1$  のトルク範囲は不感帯）に従って設定するとともに、図 10 の特性による駆動補正值（ $\geq 0$ ）によって基本目標駆動値を補正することにより、操舵アクチュエータ 32 の目標駆動値を設定するようにしてもよい。ただし、目標駆動値は、右操舵時には、

$$\text{目標駆動値} = \text{基本目標駆動値} + \text{駆動補正值}$$

によって求められ、左操舵時には、

$$\text{目標駆動値} = \text{基本目標駆動値} - \text{駆動補正值}$$

によって求められる。

#### 【0050】

図 10 の例では、たとえば、操舵方向外側のタイヤにおけるタイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度（左右のサイドウォールの応力検出値の差の一階時間微分値または二階時間微分値）が大きいほど大きな補正值が設定され、基本目標駆動値が大きく補正されるようになっている。また、車速が大きいほど、補正值が小さくなるようにされている。

このようにして、タイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度の絶対値が大きいほど大きな補正を加えた目標駆動値が設定されるから、路面状況やタイヤの負荷の状態に応じた適切な操舵補助が可能になる。また、車速が大きいときには、タイヤの負荷に応じた補正量を小さくすることによって、安定した操舵特性を実現できる。

#### 【0051】

以上、この発明の 3 つの実施形態について説明したが、この発明は他の形態でも実施することができる。たとえば、ステアリングホイールと舵取り機構とを、トーションバーが介装されたステアリングシャフトによって結合するとともに、舵取り機構に対して、電動モータから操舵補助力を与える通常の電動パワーステアリング装置においても、図 9 および図 10 のような特性に従って電動モータを制御することで、路面状態やタイヤの負荷に応じた操舵補助が可能になる。

**【0 0 5 2】**

また、電動モータによって駆動されるポンプによって油圧を発生させ、この油圧によって作動されるパワーシリンダが発生する駆動力を舵取り機構に伝達する構成のパワーステアリング装置においても、この発明の適用が可能である。すなわち、電動モータの基本目標駆動値に対して、タイヤの負荷に応じた補正を施すことにより、路面の状況等に対して良好な応答性で操舵補助を行うことができる。

**【0 0 5 3】**

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

この発明の第 1 の実施形態に係る車両用操舵装置の構成を説明するための概念図である。

**【図 2】**

舵取り用の車輪のタイヤの構成を説明するための図解的な断面図である。

**【図 3】**

コーナリング時におけるタイヤの変形を説明するための図解図である。

**【図 4】**

反力アクチュエータの制御態様の一例を示す制御特性図である。

**【図 5】**

運転者、車両および路面の間における情報の授受の様子を示す概念図である。

**【図 6】**

操舵アクチュエータの制御について説明するための特性図であり、車速に応じた基本ギヤ比の設定例が示されている。

**【図 7】**

タイヤ負荷に応じてギヤ比を補正する制御のための特性図である。

**【図 8】**

本発明の第 2 の実施形態に係る車両用操舵装置の概略構成を示す模式図である

## 【図 9】

操舵トルクに対する操舵アクチュエータの基本目標駆動値の特性（アシスト特性）を示す図である。

## 【図 1 0】

タイヤ負荷に応じて基本目標駆動値を補正するための駆動補正值の特性を示す図である。

## 【符号の説明】

- 1      ステアリングホイール
- 2      操舵アクチュエータ
- 4      転舵軸
- 5      車輪
- 9      反力アクチュエータ
- 1 1    操作角センサ
- 1 2    トルクセンサ
- 1 3    転舵角センサ
- 1 4    制御装置
- 1 4 a   アンテナ
- 1 5    車速センサ
- 1 7    駆動回路
- 1 8    駆動回路
- 1 9    警報器
- 2 1    車両用操舵装置
- 2 2    ステアリングホイール
- 2 4    舵取り機構
- 2 6    遊星ギヤ機構
- 2 7    転舵軸
- 2 7 a   ラック
- 2 9    車輪

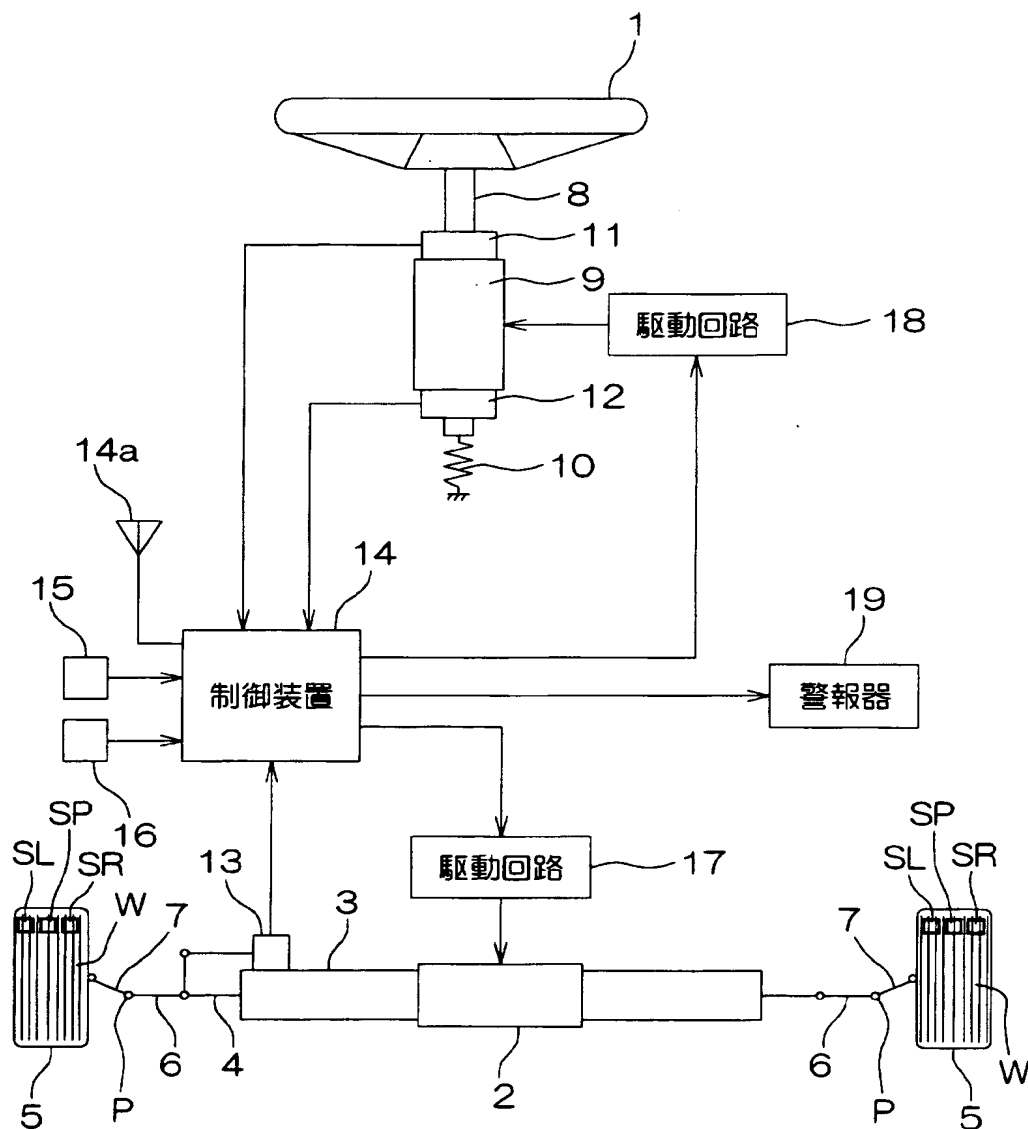


3 2	操舵アクチュエータ
3 4	ピニオン
3 5	太陽ギヤ
3 6	キャリア
3 7	遊星ギヤ
3 8	リングギヤ
3 9	駆動伝達ギヤ
4 0	反力アクチュエータ
4 4	操舵角センサ
4 5	トルクセンサ
4 6	転舵角センサ
4 7	車速センサ
4 8	駆動回路
5 1	トレッド部
5 2 L	左側サイドウォール部
5 2 R	右側サイドウォール部
C	制御装置
C a	アンテナ
S A	応力センサ
S L	左側応力センサ
S P	空気圧センサ
S R	右側応力センサ
W	タイヤ
W L	左側タイヤ
W R	右側タイヤ

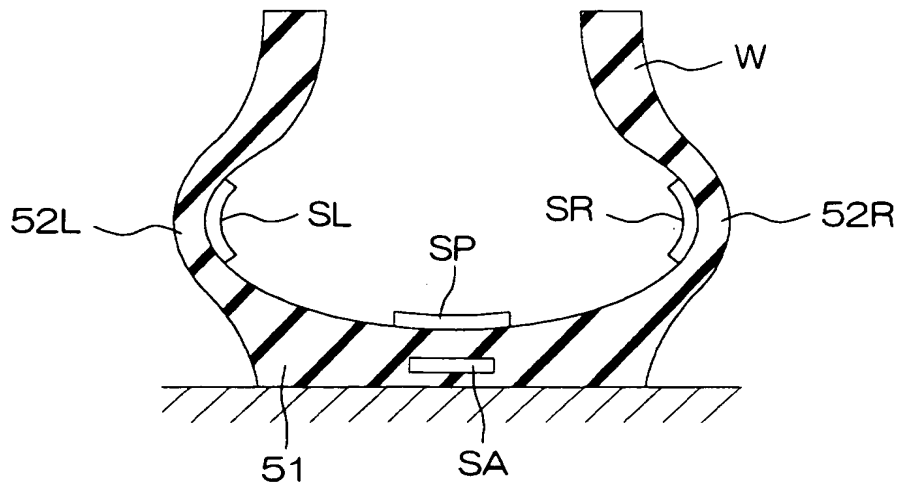
【書類名】

図面

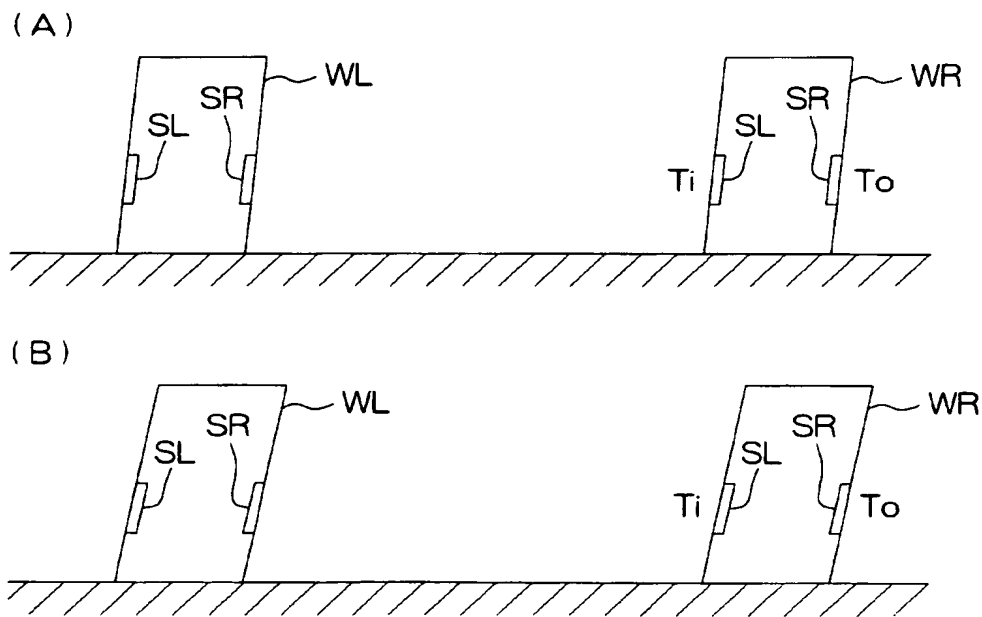
【図 1】



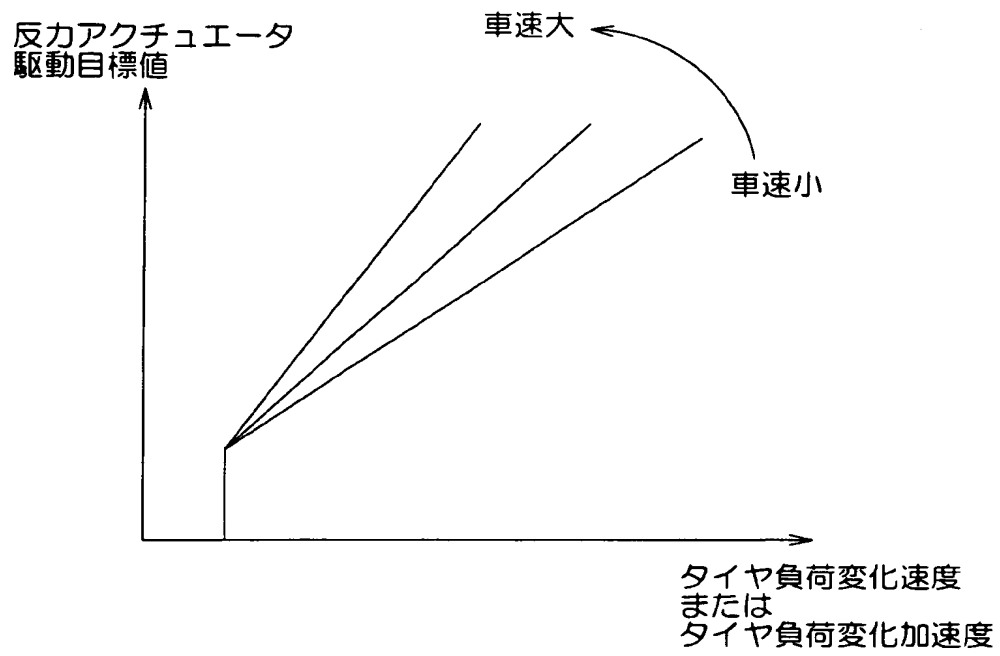
【図 2】



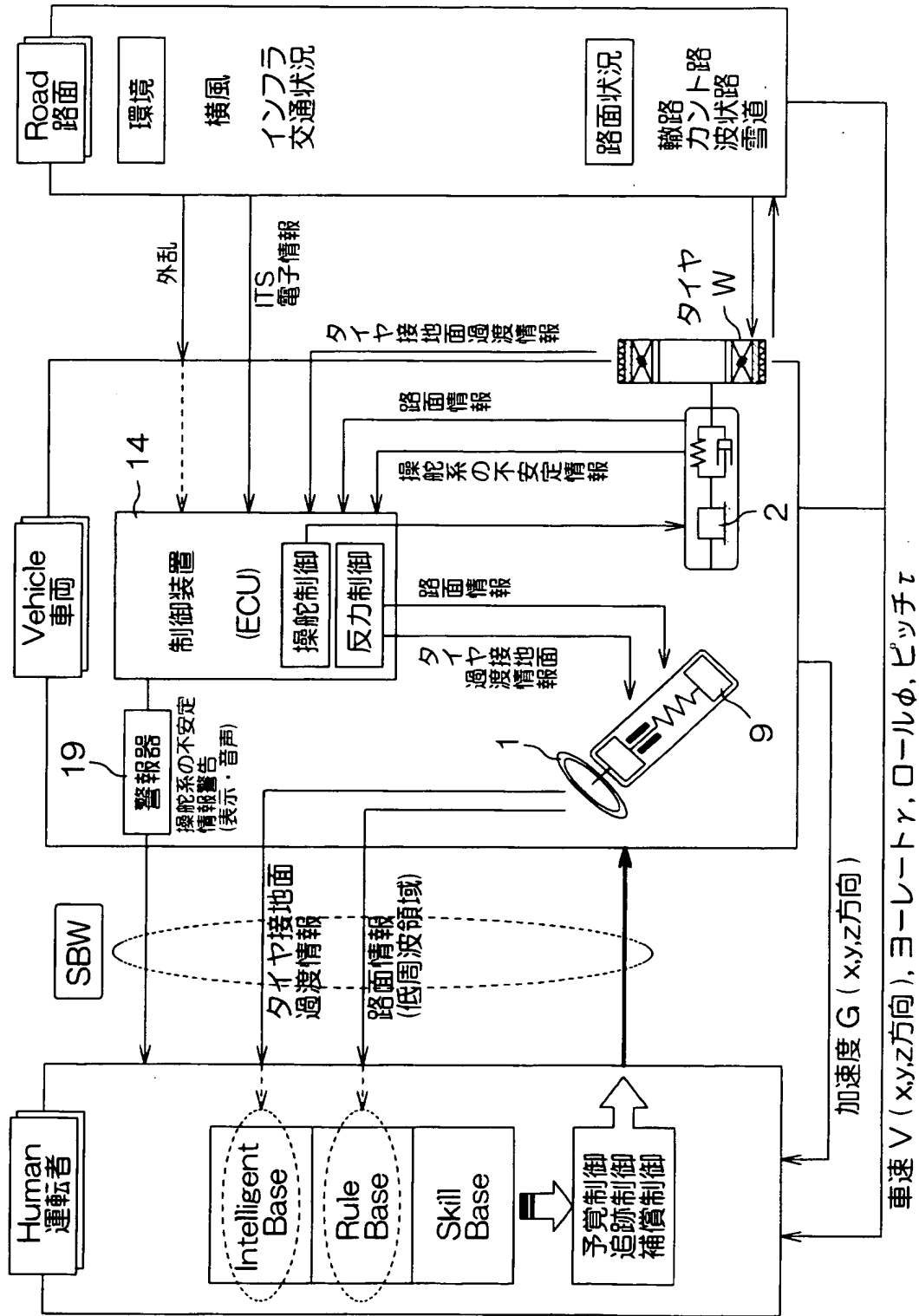
【図 3】



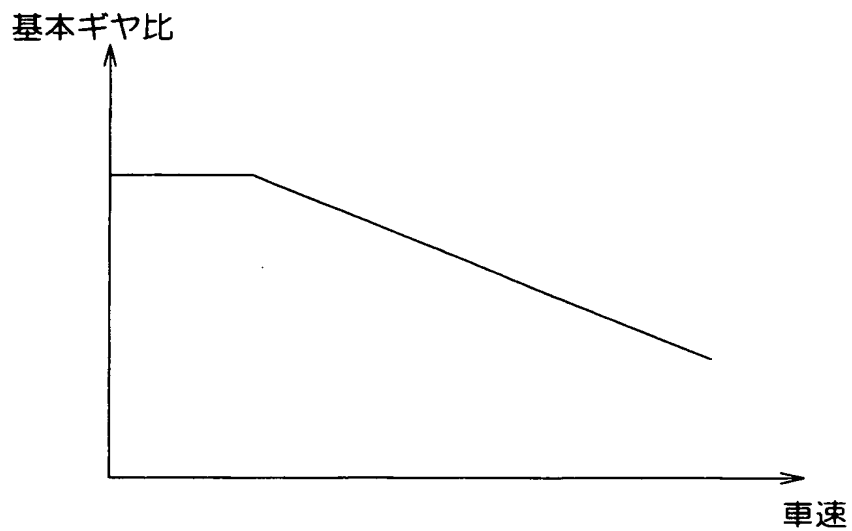
【図 4】



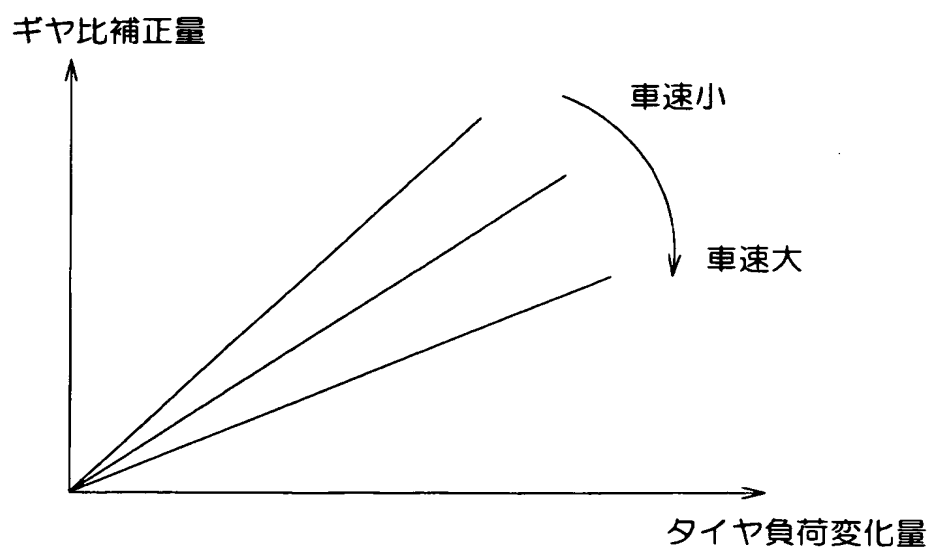
【図 5】



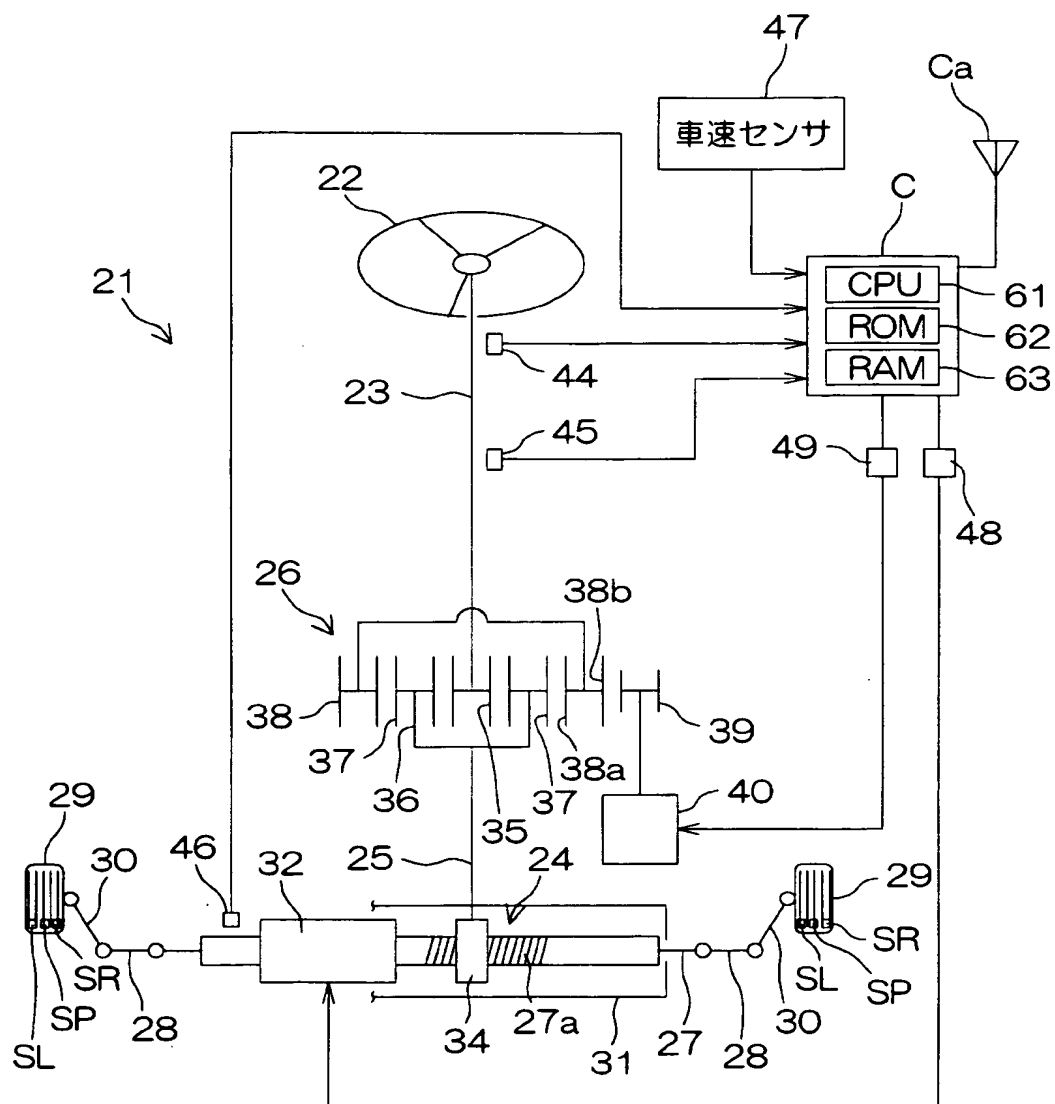
【図 6】



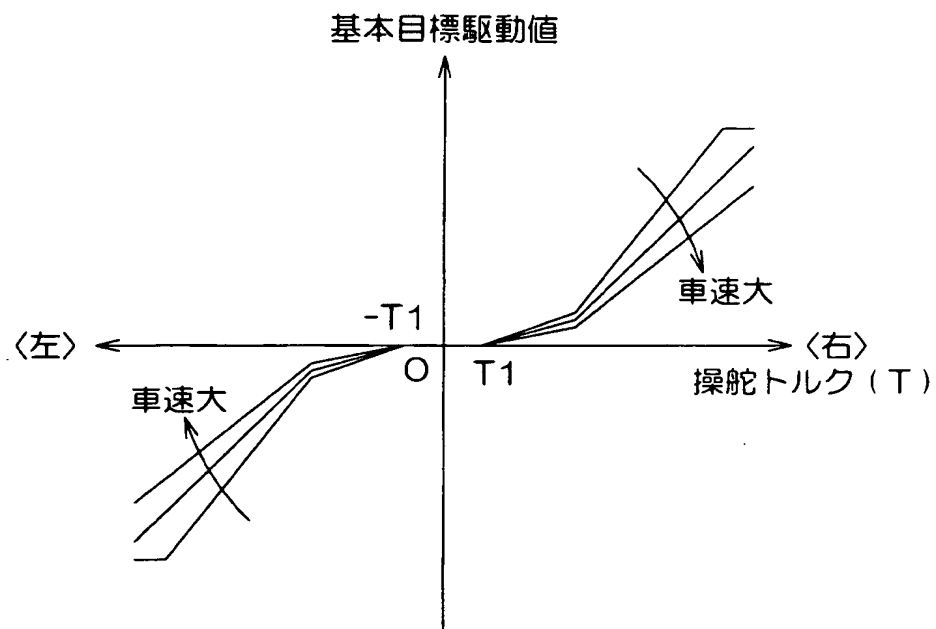
【図 7】



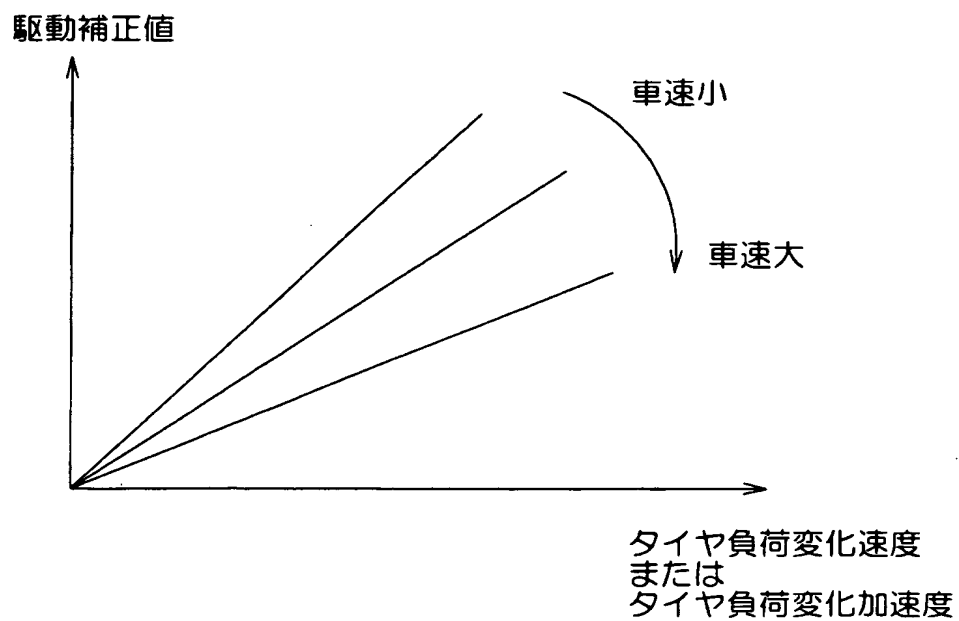
【図 8】



【図 9】



【図 10】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 タイヤの負荷を検出し、これに基づいて、路面状況を正確に反映した操舵制御を行うことができる車両用操舵装置を提供する。

【解決手段】 制御装置 1 4 は、ステアリングホイール 1 の操作に応じて操舵アクチュエータ 2 を制御する。ステアリングホイール 1 には、反力アクチュエータ 9 が発生する操作反力が与えられる。タイヤ W の内部には、応力センサ S L, S R および空気圧センサ S P が設けられている。制御装置 1 4 は、これらのセンサによって検出されるタイヤ負荷を加味して、操舵アクチュエータ 2 および反力アクチュエータ 9 を制御する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 1 8 9 9 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 2 4 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
[ 変更理由 ]	新規登録
住 所	大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号
氏 名	光洋精工株式会社